

L'invention concerne une buse d'injection pour une tête de cylindre pour un moteur à combustion interne qui comporte une bougie d'allumage prévue dans la chambre de combustion, ladite buse d'injection comprenant une face frontale de carter et comprenant un élément d'obturation, avec un corps d'obturation, déplaçable au moyen d'un organe de positionnement. L'invention concerne encore un procédé pour la formation d'un mélange inflammable de carburant et d'air.

10

On connaît déjà, du document DE 196 42 653 C1, un procédé pour former un mélange inflammable de carburant et d'air. Ici, il est possible de former dans les cylindres d'un moteur à combustion interne à injection directe un mélange inflammable de carburant et d'air, de telle manière qu'après libération d'une ouverture de buse, par soulèvement d'un opercule de soupape depuis un siège de soupape qui entoure l'ouverture de buse, on injecte du carburant au moyen d'un injecteur dans chacune des chambres de combustion délimitée par un piston. Afin de permettre, dans toutes les conditions de fonctionnement du moteur à combustion interne et en particulier lors du fonctionnement par "temps", une formation intime du mélange, optimisé en termes de consommation et en termes d'émission, au niveau de chaque point de fonctionnement de la totalité du champ caractéristique, on prévoit de rendre réglables la course d'ouverture de l'opercule de soupape ainsi que le temps d'injection. Il est ici possible que se produise une variation de la géométrie de pulvérisation en raison de résidus de combustion au niveau de l'ouverture de la buse d'injection, et qu'il se produise ainsi une émission accrue de suies en raison d'une mauvaise formation du mélange lors du fonctionnement en régime pauvre par temps, ainsi qu'une diminution de la sécurité d'inflammation à cause de fluctuations dans la qualité du mélange au niveau de la bougie d'allumage. En outre, lors du fonctionnement en régime pauvre par temps, il en résulte des proportions accrues de carburant non brûlé en raison d'une dilution de certaines zones du mélange. À ce problème s'ajoutent un mouillage de la bougie d'allumage et par conséquent sa défaillance en raison d'une déposition de suies, une augmentation des

35

émissions de produits nocifs suite à une combustion incomplète du mélange au niveau de la bougie d'allumage en raison d'une dispersion statistique du jet d'injection, et un effondrement du jet d'injection en raison des résidus de combustion au niveau de l'ouverture de la buse.

5

L'objectif de la présente invention est de garantir la sécurité d'inflammation à chaque point de fonctionnement, et d'éviter une modification de la géométrie du jet de carburant en raison de résidus de combustion au niveau de l'ouverture de la buse d'injection.

10

Conformément à l'invention, cet objectif est atteint par le fait qu'une face frontale de carter de la buse d'injection forme avec le corps d'obturation une surface commune plane, dans l'état fermé de la buse d'injection. Grâce à cela, on obtient que les résidus de combustion, qui se rassemblent dans la zone de la sortie de la buse, seront brisés lors de l'opération d'injection suivante par le corps de soupape qui s'ouvre vers l'extérieur, et seront détachés par le jet de carburant entrant. Une croissance des résidus de combustion dans la région de l'ouverture de sortie, c'est-à-dire de l'ouverture de buse, est par conséquent empêchée.

20

À cet effet, il est avantageux que la surface plane du corps d'obturation et la face frontale de carter de la buse d'injection forment une surface enveloppe conique tournée vers la chambre de combustion, et que le corps d'obturation présente une surface d'étanchement conique qui referme l'ouverture de la buse et une surface enveloppe conique tournée vers la chambre de combustion.

25

Selon un développement de l'invention, il est encore possible que la buse d'injection comporte une paroi de carter dont la face intérieure est réalisée sous forme incurvée ou conique dans la région de l'ouverture de buse, et/ou réalisée sous la forme d'un diffuseur, et que la ligne enveloppe de la surface d'étanchement conique de l'élément d'obturation s'étende de façon tangentielle, c'est-à-dire parallèlement à la partie de forme incurvée ou conique de la partie de paroi du carter, et la ligne enveloppe du cône de carburant s'étend parallèlement à la

30

35

surface d'étanchement, ou tangentielllement à la partie de forme conique de la paroi de carter, et forme un angle droit avec les surfaces coniques extérieures. Grâce à cela, on obtient que les surfaces d'étanchement agencées de manière tangentielle ne forment vers
5 l'extérieur aucun coin ou arête au niveau desquels des résidus de combustion pourraient se rassembler. Par conséquent, le jet de carburant constamment accéléré en raison de la forme de la buse sort à angle droit hors de l'ouverture de la buse, et il ne peut pas être influencé dans la zone successive de l'ouverture de sortie en raison de
10 l'existence de résidus de combustion.

Il est encore avantageux que le jet de carburant sortant de la buse d'injection présente une constitution approximativement conique, et forme un angle de pulvérisation α constant, indépendant de la position
15 ou de la situation de l'élément d'obturation. L'angle de pulvérisation devient par conséquent indépendant de la quantité de carburant injectée. La formation optimale du mélange peut par conséquent être garantie au niveau de chaque point de fonctionnement.

Selon un mode de réalisation préféré de la buse d'injection selon l'invention, on prévoit enfin qu'une ouverture de la buse d'injection présente une distance (A) de 1 mm à 8 mm par rapport au plafond de la chambre à combustion, et une distance (B) de 10 mm à 15 mm par rapport à la bougie d'allumage, et que la pression d'injection de la buse
20 soit comprise entre 100 bars et 300 bars, et de préférence entre 150 bars et 250 bars. Grâce à cela, on atteint la constitution du jet de carburant, sous la forme d'un tourbillonnement torique, nécessaire pour une formation optimale du mélange. La position de la bougie d'allumage et celle du jet de carburant sont ici des paramètres décisifs.
25

Pour la présente invention, il est particulièrement intéressant que le plafond de la chambre de combustion présente un angle β , et que l'angle de pulvérisation α soit plus petit de 10 % à 50 %, et de préférence de 20% à 30%, que l'angle β du plafond de la chambre de
30 combustion. Ainsi, on peut empêcher un mouillage du plafond de la
35

chambre de combustion, ou respectivement que le tourbillonnement torique rencontre le plafond de la chambre de combustion.

5 Dans le contexte de l'invention, il est avantageux que le jet de carburant présente à l'extrémité de son enveloppe conique et dans la région du piston au moins un tourbillonnement torique, ou bien un tourbillonnement torique intérieur et un tourbillonnement torique extérieur. Ainsi, on atteint une formation optimale du mélange dans la totalité de la chambre de combustion.

10 Il est encore avantageux que l'élément d'obturation soit monté coaxial et en rotation, et qu'il soit à tout moment déplaçable axialement dans la chambre de combustion par l'intermédiaire de l'organe de positionnement sur une distance comprise entre 10 microns et 80 microns et de préférence entre 10 microns et 50 microns. Ainsi, le
15 corps d'obturation rotatif apporte une composante de vitesse en direction périphérique dans le jet de carburant, c'est-à-dire le cône de carburant, de sorte que l'on améliore la formation du mélange et l'introduction du carburant.

20 Il est en outre avantageux que le corps d'obturation présente une surface d'étanchement conique avec un angle δ compris entre 70° et 90° , et de préférence entre 70° et 85° , et que le boîtier de la buse d'injection présente une section de sortie de forme incurvée, parabolique ou conique, qui forment conjointement le siège
25 d'étanchement ou la surface d'étanchement de la buse d'injection. Grâce à cela, on obtient que la buse que l'ouverture de buse se rétrécisse constamment en direction de la sortie, et que le jet de carburant soit ainsi constamment accéléré jusqu'à sa sortie. Ici, le jet de carburant présente un angle de pulvérisation α indépendant de la
30 situation de l'élément d'obturation.

En termes de procédé, il est avantageux que le corps d'obturation de la buse d'injection puisse être amené dans sa position de fermeture après l'opération d'injection de chaque quantité partielle. Grâce à cela, on
35 obtient que l'injection de carburant, c'est-à-dire les deux impulsions de

carburant, soit effectuée de façon définie à l'instant respectif, et apporte par conséquent une contribution significative à une formation optimale du mélange. Grâce à la fermeture de l'ouverture de buse sans réduction de la pression incidente du carburant, l'impulsion de carburant devient nettement meilleure.

Il est en outre ici avantageux d'injecter tout d'abord 70 % à 99 %, ou de préférence 80 % à 99 % de la quantité totale de carburant, et d'injecter la quantité partielle restante après 0,05 ms à 0,4 ms, ou bien après un angle de rotation de 1° à 5° du vilebrequin, et que le cycle d'injection soit terminé à un angle de rotation du vilebrequin compris entre 50° et 5° avant le point mort haut. La quantité principale de carburant d'abord injectée est ensuite préparée de façon optimale par la deuxième impulsion, et il en résulte un mélange de carburant et d'air non dilué et inflammable.

Il est aussi avantageux que le carburant soit injecté sous la forme d'un cône de carburant, et de produire au moins un tourbillonnement conique à l'extrémité de sa surface enveloppe conique dans la région d'un piston. Le tourbillonnement torique apporte le carburant injecté à l'intérieur et à l'extérieur du cône de carburant jusque dans les zones successives de la chambre de combustion, et avant tout dans la région de la bougie d'allumage.

D'autres avantages et détails de l'invention sont expliqués dans le reste de la présente demande de brevet et illustrés dans les figures, dans lesquels :

- la figure 1 montre une vue en coupe de la buse d'injection de la valve d'injection ;
- la figure 2 montre une vue en coupe d'un cylindre, avec le piston, la buse d'injection et la bougie d'allumage ; et
- la figure 3 montre une vue en coupe d'un cylindre, avec le piston, la buse d'injection, la bougie d'allumage et un tourbillonnement torique.

La figure 1 montre une buse d'injection 1 avec un élément d'obturation 6 et un corps d'obturation 10. Elle comprend encore un carter 17 cylindrique, formé autour d'un axe longitudinal, et une chambre de carburant 18 disposée entre la paroi de carter 17 et l'élément d'obturation 6.

L'élément d'obturation 6 est accouplé de façon mécanique à son extrémité supérieure avec un organe de positionnement, non représenté, ainsi qu'avec un ressort de rappel. L'organe de positionnement est un élément piézoélectrique, qui se dilate sous l'application d'une tension électrique, et qui assure par conséquent la course de l'élément d'obturation 6. La pression qui règne dans la chambre de carburant 18 exerce additionnellement à la force du ressort une force de rappel sur une face frontale supérieure, non représentée, de l'élément d'obturation 6. On garantit par conséquent à chaque instant l'étanchéité de la buse d'injection 1.

La buse d'injection 1 comporte une ouverture de buse 4 ainsi que le corps d'obturation 10. L'ouverture de buse 4 est formée d'une part par une partie de forme incurvée 25 à l'extrémité inférieure de la paroi de carter 17. Sur la face inférieure, c'est-à-dire à l'extrémité de la chambre de combustible 18, la partie de forme incurvée 25 de la paroi de carter 17 est formée avec une section de forme incurvée ou parabolique.

Le corps d'obturation 10 est réalisé sous la forme d'un double cône, c'est-à-dire qu'il présente une surface extérieure 26 conique aussi bien vers le bas en direction de la chambre de combustion 2 que vers le haut en direction de la chambre de carburant 18. Cette partie supérieure représente une surface d'étanchement conique 24, et elle forme avec la partie intérieure 25, de forme incurvée ou parabolique, du carter 17, un siège d'étanchement 14, c'est-à-dire l'ouverture de buse 4. Ici, la ligne enveloppe conique du cône 24 forme la tangente à la partie intérieure 25 de forme incurvée de l'ouverture de buse 4. Finalement, les deux surfaces d'étanchement 24 et 25 s'étendent parallèlement vers une face extérieure, c'est-à-dire vers la face frontale 27 du carter de la buse d'injection 1, et elle forme un angle droit avec la ligne enveloppe

extérieure 25 du corps d'obturation 10. La face frontale 27 de la paroi de carter 17 qui se trouve dans cette région est formée de façon correspondante sous la forme d'une surface en tronc de cône, et elle présente, avec une surface enveloppe conique ou une ligne enveloppe 5 26, une transition plane, ou une surface conique commune, dans la situation fermée de la buse d'injection 1. Ainsi, dans la situation fermée, la surface enveloppe conique 26 est élargie autour de la partie inférieure du carter 17, c'est-à-dire de sa face frontale 27. La section de la chambre de carburant 18 se rétrécit par conséquent constamment en 10 direction du siège d'étanchement 14, et dans la situation fermée elle est égale à zéro à cet emplacement.

Lors d'un déplacement axial de l'élément d'obturation 6, le corps d'obturation 10 se soulève de par sa surface d'étanchement 24 depuis la 15 partie de forme incurvée 25 du carter 17 en direction de la chambre de combustion 2, et libère par conséquent l'ouverture de buse 4 pour le carburant entrant. La course d'ouverture de l'élément d'obturation 6 et la durée de la libération de l'ouverture de buse 4 déterminent ici le débit de carburant à travers l'ouverture de buse 4 et donc la quantité 20 totale ou la quantité partielle du carburant injecté.

Les figures 2 et 3 montrent un cylindre 12 d'un moteur à combustion interne à injection directe, dans lequel un piston 9 délimite la chambre de combustion 2 avec une tête de cylindre 13 qui referme le cylindre 25 12. De manière coaxiale, et à une distance de 0 à 10 mm en direction de l'axe 15 du cylindre, on a agencé la buse d'injection 1 pour le carburant dans la tête de cylindre 13. La tête de cylindre 13, c'est-à-dire le plafond 8 de la chambre de combustion est réalisé(e) sous forme de conique, ou sous la forme d'un chapeau dans cette région, et la buse d'injection 1 est agencée au point le plus haut, c'est-à-dire dans la 30 région du sommet de la pointe conique.

Une unité de commande non représentée détermine de façon spécifique pour chaque point de fonctionnement du moteur à combustion interne 35 l'instant, associé à la position d'un vilebrequin, ou du piston respectif 9, de la libération d'une ouverture 4 de la buse d'injection 1. Le

carburant traverse cette ouverture sous la forme d'un cône de carburant 7 jusque dans la chambre de combustion 2, suivant les diverses tranches temporelles d'un cycle d'injection.

- 5 Il se forme dans la chambre de combustion 2 un mélange inflammable de carburant et d'air, à partir de la charge d'air admise dans le cylindre 12 via le canal d'admission non représenté, et du carburant injecté.

10 Lors du fonctionnement par "temps", l'injection de carburant se produit pendant la course de compression. Avec l'opération d'injection, il se forme un brouillard de mélange dans la chambre de combustion 2, en partant du cône de carburant 7 injecté. Ici, le cône de carburant 7 forme un angle α compris entre 70° et 90° , qui est toujours quelque peu plus petit que l'angle β du plafond de la chambre de combustion 8. Une

15 bougie d'allumage 3 est positionnée dans la chambre de combustion 2 de telle façon que son axe médian est dressé approximativement perpendiculairement, c'est-à-dire avec un écart compris entre 0° et 30° , sur l'enveloppe conique 7 du jet de carburant, et l'enveloppe conique 7 du carburant ne vient sensiblement pas mouiller une électrode de

20 masse 3' de la bougie d'allumage 3. Sous une pression d'injection entre 100 bars et 300 bars, il se forme dans la région du piston 9 et en partant de la ligne enveloppe du jet de carburant, ce que l'on appelle des tourbillonnements toriques 11 et 11' (voir figure 2). Le tourbillonnement torique 11 se produit par un enroulement du cône de

25 carburant 7, en partant de la ligne enveloppe du cône 7, avant que le cône de carburant 7 tombe sur le piston 9. Un tourbillonnement torique 11 se forme sur le côté extérieur du cône et sur la périphérie du cône en direction du plafond 8 de la chambre de combustion. Le carburant est mélangé avec l'air dans la chambre de combustion au moyen du

30 tourbillonnement torique 11, ou dans la région de celui-ci. Étant donné que le tourbillonnement torique extérieur 11 se forme au-dessus du cône de carburant 7, il se forme dans la région de la bougie d'allumage 3, c'est-à-dire au niveau de son électrode 3', un mélange inflammable et non dilué de carburant et d'air. Un deuxième tourbillonnement torique

35 11' se forme à l'intérieur du cône de carburant 7. Ici, il se forme dans la

région de la buse d'injection 1 un mélange inflammable et non dilué de carburant et d'air.

Revendications

1. Buse d'injection pour une tête de cylindre pour un moteur à combustion interne, avec une bougie d'allumage (3) prévue dans une chambre de combustion (2), ladite buse d'injection (1) présentant une face frontale (27) côté carter et comportant un élément d'obturation (6), avec un corps d'obturation (10), déplaçable par l'intermédiaire d'un organe de positionnement, caractérisée en ce que la face frontale (27) côté carter de la buse d'injection (1) forme, avec le corps d'obturation (10), une surface plane commune, dans la condition fermée de la buse d'injection (1).
2. Buse d'injection selon la revendication 1, caractérisée en ce que la surface plane du corps d'obturation (10) et la face frontale (27) côté carter de la buse d'injection (1) forment une surface enveloppe conique (26) dirigée vers la chambre de combustion (2).
3. Buse d'injection selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le corps d'obturation (10) comporte une surface d'étanchéité conique (24) qui referme une ouverture de buse (4), et en ce qu'il comporte la surface enveloppe conique (26) dirigée vers la chambre de combustion (2).
4. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la buse d'injection (1) comporte une paroi de carter (17) dont la face intérieure est réalisée sous forme incurvée ou sous forme conique dans la région de l'ouverture de buse (4) et/ou réalisée en tant que diffuseur.
5. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ligne enveloppe de la surface d'étanchéité conique (24) de l'élément d'obturation (6) s'étend tangentiellement à une partie de forme incurvée (25) de la paroi de carter (17).

- 5 6. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la ligne enveloppe d'un jet conique de carburant (7) s'étend parallèlement à la surface d'étanchéité (28) ou tangentiellement à la partie de forme incurvée (25) de la paroi de carter (17), et forme un angle droit avec les surfaces extérieures du cône (26, 27).
- 10 7. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le jet de carburant (7) sortant hors de la buse d'injection (1) est constitué approximativement sous forme conique, et présente un angle de pulvérisation α constant indépendant de la position ou de la situation de l'élément d'obturation (6).
- 15 8. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'une ouverture (4) de la buse d'injection (1) présente une distance (A) de 1 mm à 8 mm par rapport à un plafond (8) de la chambre de combustion, et une distance (B) de 10 mm à 15 mm par rapport à la bougie d'allumage (3), et en ce que la pression d'injection de la buse d'injection (1) varie entre 100 et 300 bars, et de préférence entre 150 et 250 bars.
- 20 9. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le plafond (8) de la chambre de combustion présente un angle β , et ce que l'angle de pulvérisation α est de 10 % à 50 % plus petit que l'angle β du plafond (8) de la chambre de combustion, et de préférence de 20 % à 30 % plus petit que celui-ci.
- 30 10. Buse d'injection (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le jet de carburant (7) présente, à l'extrémité de son enveloppe conique dans la région d'un piston (9), au moins un tourbillonnement de forme torique, ou un tourbillonnement torique intérieur et un tourbillonnement torique extérieur (11, 11').

11. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'élément d'obturation (6) est monté en rotation et coaxial, et en ce qu'il est déplaçable à tout moment au moyen de l'organe de positionnement axialement dans la chambre de combustion (2) sur une distance comprise entre 0 microns et 80 microns, et de préférence entre 10 microns et 50 microns.

12. Buse d'injection selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le corps d'obturation (10) comporte la surface d'étanchement conique (24) avec un angle δ entre 70° et 90° , et de préférence entre 70° et 85° , et en ce que le carter (17) de la buse d'injection (1) présente une section de sortie de forme incurvée ou conique (25), qui forment conjointement un siège d'étanchéité (14) ou la surface d'étanchéité (24) de la buse d'injection (1).

13. Procédé pour former un mélange inflammable de carburant et d'air dans la chambre de combustion (2) d'un moteur à combustion interne à injection directe, avec une buse d'injection (1) qui comprend un corps d'obturation (10), via laquelle le carburant est introduit dans la chambre de combustion (2) en au moins deux quantités partielles, caractérisé en ce que le corps d'obturation (10) de la buse d'injection (1) est susceptible d'être amené dans sa position de fermeture après l'opération d'injection de chaque quantité partielle.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'on introduit tout d'abord 70 à 99 %, ou de préférence 80 à 99 % de la quantité totale de carburant, et en ce que l'on introduit la quantité partielle restant après 0,05 ms à 0,4 ms, ou encore après un angle de rotation de 1° à 5° du vilebrequin, le cycle d'injection étant terminé à un angle de rotation du vilebrequin compris entre 50° et 5° avant le point mort haut.

15. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 13 et 14, caractérisé en ce que le carburant est introduit sous la forme d'un cône de carburant (7), et en ce que l'on produit à l'extrémité de sa surface

enveloppe conique (7) au moins un tourbillonnement torique (11) dans la région du piston (9).

